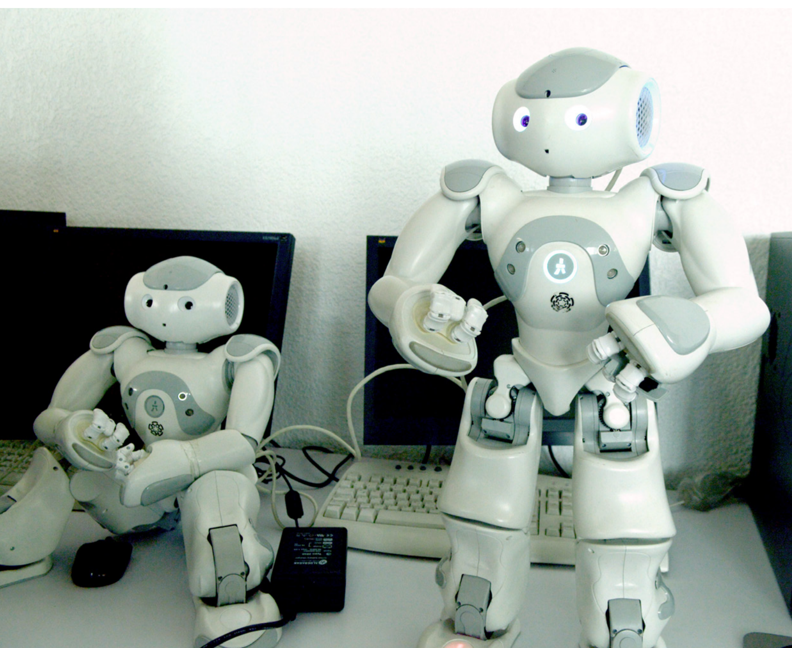
Inteligencia artificial



Fotos: Moisés Sánchez.

RESUMEN

- La inteligencia artificial (IA) es la rama de las ciencias computacionales que se encarga del diseño y construcción de sistemas capaces de realizar tareas asociadas con la inteligencia humana.
- Sus aplicaciones van desde el reconocimiento en imágenes o video de objetos y personas, hasta el habla y la traducción automática de textos, pasando por el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y la toma de decisiones.
- El desarrollo de la IA se ha acelerado gracias a una mayor disponibilidad de datos, recursos tecnológicos y financieros, así como avances en las técnicas de aprendizaje computacional, una de sus principales áreas.
- Se estima que el valor del mercado mundial de la IA será de al menos 126 mil millones de dólares estadounidenses en 2025.
- La IA tiene un gran impacto laboral, ya que más de 65% de los empleos podrían ser automatizadas en países en vías de desarrollo, mientras que en los desarrollados se reducirá la contratación de mano de obra en el extranjero en favor del uso de IA en su territorio.
- Sin embargo, se anticipa la generación de nuevos empleos y crecimiento económico en aquellos países que desarrollen y apliquen estas tecnologías.
- Algunos factores clave del uso y aprovechamiento social de los sistemas inteligentes son: la *transparencia* y *confiabilidad* en la toma de decisiones y la *representatividad*.

Introducción

El modelo matemático de la *máquina de Turing*, desarrollado por el británico Alan Turing, inspiró la creación de los primeros prototipos de computadoras del siglo XX y lo convirtió en pionero y fundador de la rama de la Inteligencia Artificial (IA). Turing y otros científicos y filósofos de su época fueron los primeros en buscar una respuesta rigurosa a la pregunta: *¿pueden las máquinas pensar?*[1] Responderla implica contar con una definición formal del concepto de *inteligencia*; un paso fundamental para delinear rigurosamente las fronteras de la computación.

La IA tiene profundas consecuencias sociales, económicas, educativas y legales que aumentarán en los próximos años. Por ejemplo, posibilita el desarrollo de automóviles autónomos; revoluciona el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, con análisis de grandes cantidades de información médica y facilita el proceso educativo, al dar asesoría personalizada de forma automática a estudiantes de todos los niveles educativos.

¿Qué es la IA?

Definir la IA no es fácil, ya que el concepto de inteligencia *per se* no es del todo preciso. En términos coloquiales, IA se usa cuando una máquina es capaz de imitar las funciones cognitivas propias de la mente humana, como: creatividad, sensibilidad, aprendizaje, entendimiento, percepción del ambiente y uso del lenguaje.[2-4]

Un subcampo de la IA que ha ganado auge en años recientes es el *aprendizaje computacional* (*machine learning*[5]), donde un sistema aprende a ejecutar tareas, ya sea a partir de ejemplos o mediante prueba y error.

Los modelos llamados *redes neuronales* están inspirados en una forma simplificada del funcionamiento de las neuronas. En la actualidad, las redes neuronales profundas (con gran número de células bajo un orden jerárquico), han sido

muy exitosas en tareas de alta complejidad, como la identificación de objetos en imágenes[6] y el reconocimiento del habla humana.[7]

Una propiedad muy importante de cualquier sistema inteligente es su **transparencia**,[8] es decir, qué tan fácil es interrogarlo sobre su propio funcionamiento. Por ejemplo, si un vehículo autónomo no reconoce a un peatón y sufre un percance, un modelo transparente puede ser interrogado para averiguar por qué falló. Las redes neuronales, en cambio, no son transparentes, son modelos tipo *caja negra*, en las que conocemos la información recibida y las respuestas, pero no la forma como se llega a la solución; es decir, no existen las técnicas adecuadas para descifrar los patrones de aprendizaje a partir de los datos.[9,10]

Otra propiedad importante de un modelo es su **honestidad**, esto es, qué tan confiables son sus predicciones. Por ejemplo, un sistema inteligente para diagnosticar cáncer debe discernir entre tejido benigno y maligno y ser capaz, también, de indicarnos cuál es la probabilidad de acierto. Así, podremos distinguir las muestras que tienen una alta probabilidad de ser malignas sobre aquellas donde no hay certeza alguna.

Una clase diferente son los *modelos gráficos probabilísticos*, que representan explícitamente las relaciones entre las diferentes variables de un problema.[11] A diferencia de las redes neuronales, en este caso existe un registro de cada decisión tomada que puede consultarse y revisarse permitiendo interrogar al modelo sobre las decisiones y medir la confiabilidad de sus predicciones.

Una aplicación exitosa de los modelos gráficos probabilísticos es el diagnóstico de enfermedades. Por ejemplo, para determinar si un paciente tiene malaria, el modelo toma en cuenta la relación entre variables, como los síntomas del paciente (cansancio, vómito, dolor de cabeza, etc.), los viajes que realizó recientemente (en particular si estuvo en alguna región de alto riesgo) y los resultados de estudios médicos; asigna un grado de importancia a cada variable y permite a los analistas determinar cuáles factores son cruciales al tomar una decisión.

Los modelos gráficos probabilísticos presentan ventajas pero también algunas desventajas. Cuentan con características deseables, como transparencia y honestidad, pero aún no han alcanzado el desempeño logrado por los modelos de redes neuronales en tareas de gran complejidad. Existe una compensación entre el desempeño de la tecnología actual y las características que son deseables para poder implementarla en la sociedad.

Aplicaciones inteligentes y *big data*.

El campo de la IA ha crecido a gran velocidad en los últimos años. Tres de los principales detonadores de este fenómeno han sido:[12] el desarrollo de algoritmos y circuitos electrónicos especializados[13] (con mayor capacidad de procesamiento), el crecimiento de datos disponibles y el aumento en recursos humanos y financieros destinados a su desarrollo. Según estimaciones, para el 2050 el valor de mercado global de la IA será de casi 126 mil millones de dólares estadounidenses.[14]

Recuadro 1. Aplicaciones de la IA. [6, 7, 15-21]

- **Reconocimiento visual:** sistemas capaces de reconocer y rastrear objetos y personas en imágenes y video.
- **Reconocimiento del lenguaje natural:** sistemas capaces de reconocer, reproducir de modo artificial y descifrar el significado del lenguaje hablado. Incluye también la traducción automática entre diferentes idiomas, así como respuestas automáticas de preguntas y el análisis y síntesis de documentos.
- **Estrategia y planeación:** sistemas capaces de generar estrategias optimizadas para resolver problemas de gran complejidad y a largo plazo. Algunos ejemplos son los sistemas autómatas, capaces de apoyar en tareas de logística y manufactura, jugar videojuegos o navegar a través de espacios físicos.
- **Diagnóstico y apoyo en la toma de decisiones:** sistemas capaces de analizar problemas complejos y ayudar a tomar decisiones, por ejemplo en medicina, en la detección de enfermedades o la elección del tratamiento más adecuado. Incluye también el análisis de datos para agilizar el desarrollo de medicamentos.
- **Colaboración humano-computadora:** Consiste en incorporar sistemas inteligentes como parte de equipos de trabajo humanos. Por ejemplo, para responder más ágilmente a desastres naturales, se han desarrollado sistemas que pueden analizar vistas aéreas de las zonas afectadas para identificar dónde se requiere mayor apoyo.

La **ciencia de datos** es la conjunción de matemáticas aplicadas, ciencias computacionales e IA con el fin de inferir soluciones y predecir comportamientos.[22,23] Es una herramienta poderosa para aprovechar la gran cantidad de datos públicos que se generan a cada minuto. Se estima que a diario se suben a Internet 2.2 miles de millones de gigabytes.[14] El término ***Big Data*** (ver nota INCyTU-001) se refiere al desarrollo y uso de tecnologías que permiten almacenar, consultar y analizar eficientemente estas enormes cantidades de datos.

La ciencia de datos ha fomentado la colaboración multidisciplinaria y permite llevar los métodos de inteligencia artificial a otras áreas, como medicina e ingeniería. También ha motivado la creación de iniciativas públicas de investigación en varios países, como el **Instituto Alan Turing** en Inglaterra.[24]

Implicaciones sociales

El desarrollo de tecnologías inteligentes impacta profundamente en la sociedad.[25] En el sector productivo, las oficinas gerenciales incorporan métodos automáticos para la toma de decisiones. En la manufactura, usan *robots* con capacidades de desplazamiento y localización de objetos. En la agricultura, se desarrollan tecnologías para diagnosticar oportunamente enfermedades en cosechas,[27] así como sistemas de vigilancia del suelo,[28] utilizando sensores, imágenes satelitales y registros históricos para predecir la productividad de los plantíos. Debido a su alto costo, estas tecnologías sólo son accesibles para grandes empresas en la actualidad.[26]

En el sector salud, sistemas inteligentes, sensores de bajo costo y ambientes virtuales están transformando la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades de alto riesgo como cáncer, obesidad, hipertensión y diabetes.[26] Por ejemplo, en la prevención, algunas aplicaciones móviles permiten utilizar los sensores del teléfono celular para vigilar la cantidad de azúcar ingerida y el ritmo cardíaco del



usuario.[29,30] Gracias a su bajo costo, estas tecnologías pueden llevarse a zonas rurales, incrementando la cobertura y evitando gastos de traslado de pacientes.[26] Por otro lado, el uso de ambientes virtuales (espacios intangibles creados por computadoras, accesibles a través de redes, como internet o equipos de realidad virtual), puede cambiar el tratamiento y la rehabilitación de padecimientos motrices o cognitivos que requieren ejercicios físicos o mentales.

En la educación, la IA será central en las escuelas del futuro, cambiando radicalmente el papel del profesor en el aula. Actualmente ya hay sistemas inteligentes capaces de dar asesoría personalizada a cada alumno en reportes y ensayos,[31,32] lo cual permite a los profesores identificar áreas de oportunidad con mayor eficacia. Asimismo, también ha crecido el número de plataformas que ofrecen tutorías por internet para todos los grados educativos. Sin embargo, el INEGI reportó que en 2016 sólo el 59.5% de los mexicanos mayores de 6 años tenían acceso a Internet y que estos se encuentran distribuidos en el 47% de los hogares, lo que sugiere la necesidad de mejorar el acceso a este tipo de tecnologías.[33]

Finalmente, en materia de seguridad, se pueden analizar eficientemente días enteros de grabación de cámaras de circuito cerrado,[34] así como rastrear la ubicación de individuos.[35] También se podrían emplear sistemas inteligentes en drones para detectar actividades criminales, aunque este uso es controvertido, ya que suscita preocupaciones sobre el control que el gobierno podría ejercer sobre la población y su privacidad.[36]

Implicaciones económicas

La IA traerá cambios importantes en el ámbito laboral tanto nacional como internacional. Por un lado, los empleos requerirán de conocimientos en computación y análisis de datos y por otro, disminuirá la oferta de aquellos empleos que pueden ser automatizados, como la albañilería, manufactura, o las ventas por teléfono.

Varias actividades se benefician del desarrollo de la IA, como la de los médicos, que cuentan con tecnología eficiente para obtener información sobre enfermedades y medicamentos usando *lenguaje natural*. Los estudiantes pueden enfocarse mejor en desarrollar habilidades analíticas y computacionales en vez de memorizar contenidos. La educación para desarrollar las áreas de inteligencia artificial desde temprana edad es fundamental, en particular para fortalecer las habilidades que tienen que ver con el análisis de datos, abstracción, desarrollo de algoritmos y solución de problemas. Estas habilidades se conocen como *pensamiento computacional*[42] y en la época actual, son tan importantes como las habilidades matemáticas o de comunicación. Es por ello que países como Estados Unidos, Reino Unido y Finlandia fomentan ya estas habilidades desde la educación básica y media.

Con este cambio de paradigma, la competitividad internacional favorecerá a egresados con habilidades de razonamiento computacional, abstracción de conceptos y capaces de trabajar en ambientes multidisciplinarios.[26]

La Tabla 1 presenta valores indicativos de la probabilidad de automatización de algunos tipos de trabajos, donde se están desarrollando tecnologías capaces de realizar esas tareas. El valor máximo es uno y el mínimo es cero. Por ejemplo, la albañilería tiene un 0.94 de probabilidad (o 94%), lo que significa que es altamente probable que se desarrollen tecnologías que reduzcan la necesidad de contratar albañiles humanos.

Las áreas con mayor probabilidad de automatización son aquellas que requieren habilidades manuales repetitivas y las de menor riesgo son aquellas que necesitan habilidades sociales, de análisis, negociación, tutoría, empatía y creatividad.[37,38] Por ejemplo, ser maestro de primaria requiere de un alto grado de dichas habilidades para poder tratar a los niños adecuadamente y es por esto que tiene una baja probabilidad de automatización.

Los países en vías de desarrollo tienen una mayor proporción de empleos con **riesgo** de automatización. Por ejemplo, se estima que hasta 85% de los trabajos en Etiopía y 65% en Argentina están en este caso.[39] Esta cifra no quiere decir que el 85% de la población laboral de Etiopía vaya a perder su trabajo, sino que ese porcentaje de empleos actuales podrían ser remplazados con tecnologías inteligentes. El estudio no proporciona una cifra para México, pero se estima que se encuentra entre esos dos países.

Una implicación es que los países desarrollados empezarán a usar IA para automatizar (empleos, ocupaciones) dentro de sus fronteras y dejarán de exportar trabajo (*offshoring*) a países en desarrollo.[40] Esto aumentaría la brecha de desigualdad tanto económica como tecnológica, enriqueciendo aún más a los dueños de la tecnología y dificultando el desarrollo de los otros países.[40,41]

Tabla 1. Algunas profesiones con alta y baja probabilidad de automatización.[38]

Profesión	Probabilidad	Profesión	Probabilidad
Mercadotecnia por teléfono	0.99	Médicos y cirujanos	0.0042
Analista de crédito	0.98	Maestros de primaria	0.0044
Cajeros	0.97	Analistas informáticos	0.007
Ensambladores de equipo electrónico	0.95	Microbiólogos y farmaceutas	0.012
Operadores de maquinaria textil	0.95	Investigadores de ciencias computacionales	0.015
Albañiles	0.94	Ingenieros aeroespaciales	0.017
Contadores y auditores	0.94	Ingenieros civiles	0.019
Taxistas y choferes	0.89	Directores artísticos	0.023
Trabajadores en agricultura	0.87	Ingenieros industriales	0.029
Guardias de seguridad	0.84	Administradores de granjas y ranchos	0.047

Dilemas éticos y legales

En los ámbitos ético y legal se debaten las asignaciones de responsabilidades y obligaciones en situaciones donde intervienen sistemas inteligentes. Por ejemplo si un automóvil autónomo atropella a un peatón, la responsabilidad del acto podría recaer en el dueño del vehículo; pero también debe reconocerse que éste no tiene un control completo del automóvil y la responsabilidad también podría recaer en el dueño intelectual de la IA[43]: la compañía que la desarrolló originalmente. Es por esto que los modelos de caja negra, como las redes neuronales, podrían generar situaciones ambiguas y reacciones negativas si no logran funcionar de manera transparente. En consecuencia, los desarrolladores de sistemas inteligentes tienen la responsabilidad de cumplir con estándares internacionales que aseguren la transparencia y la confiabilidad.[44]

Los sistemas inteligentes pueden aprender prejuicios desde los mismos datos. Un ejemplo es el de experimentos en procesamiento automático del lenguaje, que muestran cómo los sistemas aprenden a asociar la palabra mujer con profesiones más cercanas a las humanidades y al hogar, mientras que a la palabra hombre, la relacionan con profesiones con un mayor componente matemático.[46]

Otro caso ilustrativo es el de *Tay*, un *bot* para Twitter desarrollado por Microsoft (un *bot* es un programa que ejecuta tareas en internet), capaz de interaccionar automáticamente con usuarios y aprender de ellos. En pocas horas, *Tay* aprendió expresiones racistas, xenofóbicas, misóginas y fascistas[45] y tuvo que ser bloqueado de la red social. Sin un modelo transparente, es muy difícil hacer valer condiciones sociales con estas tecnologías, como el respeto hacia otros usuarios.

Para prevenir que los sistemas hereden tantos prejuicios y que a su vez representen al grueso de la población, se hacen esfuerzos para que exista igualdad de género en los desarrolladores. En 2015, menos del 1% de las mujeres del mundo decidían estudiar esta disciplina, pero ocupaban en promedio el 25% de los puestos del área de computación a nivel mundial.[47,48] Esto es alentador pero aún hay mucho por avanzar y diferentes organizaciones como *Google, Women Who Code, Girls in Tech* y *Netflix* tienen programas y financían o han abierto agrupaciones asociadas en México.[47] También hay esfuerzos hacia el balance de género en el CONACYT, la Academia Mexicana de Ciencias, la UNAM y muchas otras instituciones.

Conclusiones

El desarrollo de la IA se ha acelerado gracias a los incentivos tecnológicos, financieros y humanos actuales. Existen avances importantes de las tecnologías inteligentes en ámbitos como agricultura, manufactura, medicina, educación, vehículos autónomos y entretenimiento. Además, sus implicaciones de carácter social, económico, ético y legal son temas de reflexión y debate alrededor del mundo.

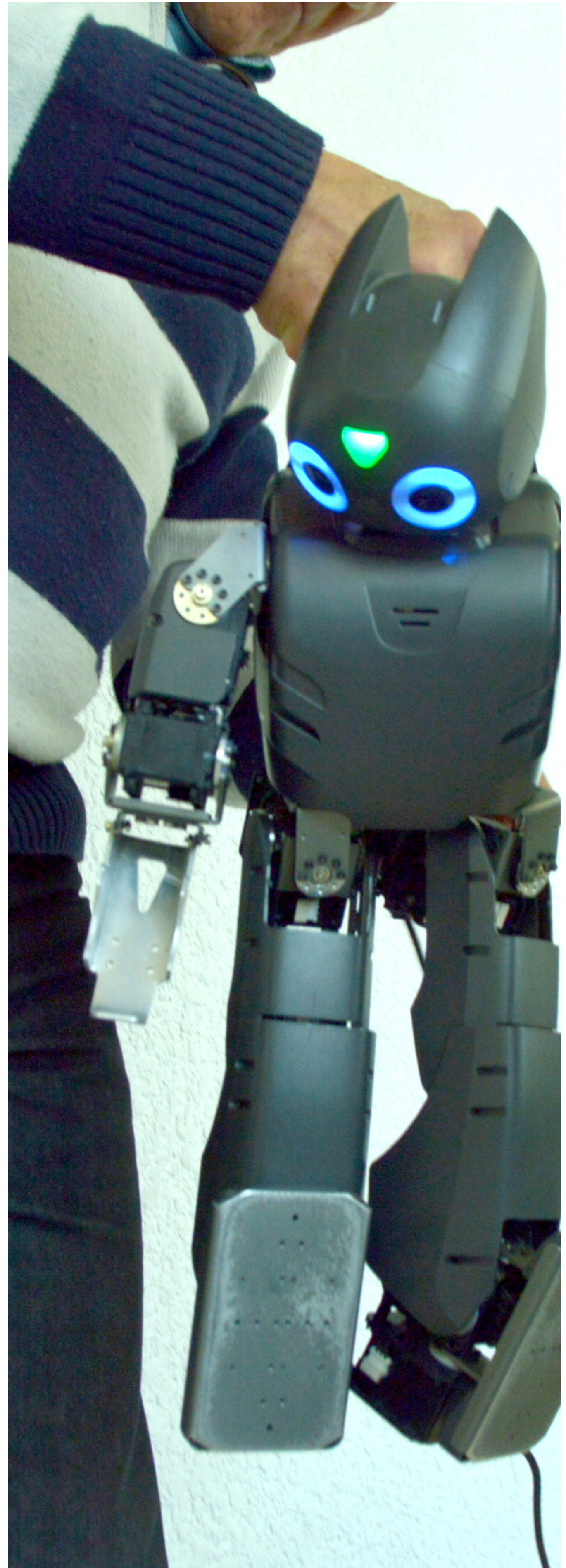
La demanda de recursos humanos especializados con un entrenamiento técnico mayor va en aumento. Esto incluye tanto a los informáticos y científicos capaces de desarrollar nueva tecnología inteligente, como a otros profesionistas

(médicos, administrativos, ingenieros, entre otros) capaces de utilizarlos en sus propias ramas.

El uso de sistemas inteligentes también reducirá la oferta de plazas para algunas labores, en especial aquellas con un mayor componente de habilidades manuales. Estos empleos se encuentran concentrados en países en vías de desarrollo. Por otro lado, los países desarrollados que contratan esta mano de obra en el extranjero, tienden a reemplazarla por sistemas inteligentes dentro de su propio territorio.

En el aspecto ético, destacan los requisitos que deben tener los sistemas con el fin de prevenir prejuicios y reacciones negativas en la sociedad. En particular, la transparencia y la confiabilidad juegan un papel crucial. Asimismo, el acceso equitativo de mujeres y hombres ha sido impulsado por algunos de los actores con mayor injerencia en el campo, especialmente en América Latina. Esto puede fomentar que los sistemas cuenten con una visión menos sesgada y más representativa del grueso de la población.

Por último, el futuro de la IA concierne también al de sus interacciones con otras áreas del conocimiento y otras tecnologías. En particular, el cómputo cognitivo se beneficiará de los avances en el entendimiento del funcionamiento del cerebro humano y las neurociencias, así como del desarrollo de procesadores, sistemas de almacenamiento de datos y los ambientes de realidad virtual y realidad aumentada.



Bibliografía

1. Turing AM. En *Mind*. 1950 Oct 1;59(236):433-60.
2. Russell S, Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice-Hall Press; 2009.
3. 3Luger GF. Computation & intelligence: collected readings. American Association for Artificial Intelligence; 1995.
4. 4Bellman, R.E. *An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think?* Boyd & Fraser Publishing Company; 1978.
5. Mitchell TM. *Machine learning*. WCB; 1997.
6. Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton GE. En *Advances in neural information processing systems 2012*. 2012; (pp. 1097-1105).
7. Graves A, Mohamed AR, Hinton G. En *ICASSP, 2013 IEEE international conference*; mayo 2013 (pp. 6645-6649). IEEE.
8. Bostrom N, Yudkowsky E. *The Cambridge handbook of artificial intelligence*. 2014 Jun 12:316-34.
9. Gal Y. *Uncertainty in Deep Learning*. 2016; Disponible en:tinyurl.com/yay9vl2t.
10. Schwartz-Ziv R, Tishby N. En *arXiv* [preprint] 2017. Disponible en:tinyurl.com/ya4v6sox.
11. Koller D, Friedman N. *Probabilistic graphical models: principles and techniques*. MIT press; 2009.
12. Brynjolfsson, Erik. *What's driving the Machine Learning explosion?* 2017; Disponible en: tinyurl.com/ybarcyuk. [Consultado el 15 de agosto de 2017].
13. Sze V et al. En Custom Integrated Circuits Conference (CICC), 2017 IEEE; 2017 Apr 30 (pp. 1-8). IEEE.
14. McKinsey Global Institute. *Artificial intelligence The next Digital Frontier?*. 2017; Disponible en: tinyurl.com/y8vhzpme.
15. Sutskever I, Vinyals O, Le QV. En *Advances in neural information processing systems 2014*. 2017; (pp. 3104-3112).
16. Yu L, Hermann KM, Blunsom P, Pulman S. En *arXiv* [preprint] 2014. Disponible en: tinyurl.com/y8lbdjs3.
17. Nallapati R et al. En *arXiv* [Preprint] 2016. Disponible en: arxiv.org/pdf/1602.06023.pdf [Consultado el 20 de agosto de 2017].
18. Silver D, et al. En *Nature*. 2016 Jan 28;529(7587):484-9.
19. IBM. *IBM Watson Health*. 2017; Disponible en: ibm.com/watson/health/ [Consultado el 3 de noviembre de 2017].
20. IBM. Machine learning models for drug discovery. 2017; Disponible en: tinyurl.com/yaoof29j [Consultado el 7 de noviembre de 2017].
21. Oxford University Science blog. How teams of computers and humans can fight disaster. 2015; Disponible en: tinyurl.com/yaokubpf [Consultado el 7 de noviembre de 2017].
22. Universidad de Nueva York. *What is data science?* 2015; Disponible en: tinyurl.com/jzu8qgw. [Consultado el 15 de agosto de 2017].
23. Schutt R, O'Neil C. Doing data science: Straight talk from the frontline. O'Reilly Media, Inc.; 2013 Oct 9.
24. *The Alan Turing Institute*. The Alan Turing Institute. 2017; Disponible en: www.turing.ac.uk/ [Consultado el 16 de agosto de 2017].
25. Williams, O. Oxford's chief computer scientist says there hasn't been any substantial progress towards general AI. Disponible en: tinyurl.com/ycwqhxb5 [Consultado el 6 de noviembre de 2017].
26. Pérez Orozco B. Entrevista con el profesor Enrique Súcar. 2017.
27. You, J., et al. En *AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-17)*; 2017.
28. Byrum, J. The Challenges for Artificial Intelligence in agriculture. 2017; Disponible en: tinyurl.com/n35qp49 [Consultado el 5 de noviembre de 2017]
29. Glucosio. *Glucosio*. 2015; Disponible en: glucosio.org/ [Consultado el 1 septiembre de 2017]
30. Cardiograph. *Cardiograph*. 2017; Disponible en: macropinch.com/cardiograph/ [Consultado el 1 septiembre 2017]
31. Alden B et al. En *International Journal of e-Assessment*. 2014;4(1).
32. Whitelock, Denise et al. In: *The 1st International Conference on Open Learning: Role, Challenges and Aspirations*. 2013
33. INEGI. *Estadísticas a propósito del día mundial del internet (17 de mayo)*. 2017; Disponible en: tinyurl.com/y8ye6qua [Consultado el 10 de agosto de 2017].
34. Sathyadevan S, Balakrishnan AK, Arya S. En *Networks & Soft Computing (ICNSC), 2014 First International Conference*. 2014 Aug 19 (pp. 151-157).
35. Mascharka D, Manley E. En *arXiv* [preprint] 2015. Disponible en: tinyurl.com/yc5ep357 [Consultado el 20 de junio de 2017].
36. Bellovin SM, Hutchins RM, Jebara T, Zimmeck S. En *NYUJL & Liberty*. 2013; 8:556.
37. Frey CB, Osborne M. Technology at Work. The Future of Innovation and Employment, Citi GPS: Global Perspectives & Solutions. 2015.
38. Frey CB, Osborne MA. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?. Technological Forecasting and Social Change. 2017 Jan 31;114:254-80.
39. Citi GPS. Technology at work v2.0: the future is not what it used to be. 2016; Disponible en: tinyurl.com/y7dw3zm8 [Consultado el 10 de agosto de 2017]
40. Pérez Orozco B. *Entrevista con el profesor Michael Osborne*. 6 de septiembre 2017.
41. Tarnoff B. *Robots won't just take our jobs – they'll make the rich even richer*. 2017; Disponible en: tinyurl.com/gmphtkm [consultado el 10 de septiembre de 2017].
42. J. Wing. Communications of the ACM. Marzo 2006/Vol. 49, No. 3
43. Pérez Orozco B. *Entrevista con Brent Mittelstadt*. 20 de septiembre 2017
44. Salay R, Queiroz R, y Czarnecki, Krzysztof. En *arXiv* [preprint] 2017. Disponible en: tinyurl.com/y93ckxtu [Consultado el 7 de septiembre de 2017].
45. Hunt Elle. *Tay, Microsoft's AI chatbot, gets a crash course in racism from Twitter*. 2016; Disponible en: tinyurl.com/hu3lh32 [consultado el 1 de septiembre de 2017].
46. Devlin, H. AI programs exhibit racial and gender biases, research reveals. The Guardian; Disponible en: tinyurl.com/mpga97m [Consultado el 5 de noviembre de 2017]
47. Mata Ferrusquía R. *99% de las mujeres, marginadas de ciencias de la computación*. Disponible en: tinyurl.com/y8ewj8f7. 2017; [consultado el 2 de septiembre de 2017].
48. BBC. *¿Por qué tan pocas mujeres se dedican a la informática?*. 2015; Disponible en: tinyurl.com/ydbnhnc4 [Consultado el 2 de septiembre de 2017].

INCyTU proporciona información al Congreso de la Unión sobre temas relacionados con ciencia y tecnología, que son relevantes para legislar y hacer políticas públicas en México. Autor: Mtro. Bernardo Pérez Orozco. Responsable: Dr. Miguel Enrique Rentería Rodríguez. Reconocemos a quienes participaron en la elaboración y revisión de esta nota, sus nombres pueden encontrarse en: http://foroconsultivo.org.mx/INCyTU/. Para mayor información sobre este tema escribir a: incytu@foroconsultivo.org.mx | Diseño: Francisco Meza.